

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-299180

(43)Date of publication of application : 17.10.2003

(51)Int.Cl.

H04R 3/00

(21)Application number : 2003-074331

(71)Applicant : SONY ELECTRONICS SINGAPORE PTE LTD

(22)Date of filing : 18.03.2003

(72)Inventor : SAN SHAOBINGU
MA YUGANG
OKADA KANZO
TON KOKKU REN

(30)Priority

Priority number : 2002 1561

Priority date : 18.03.2002

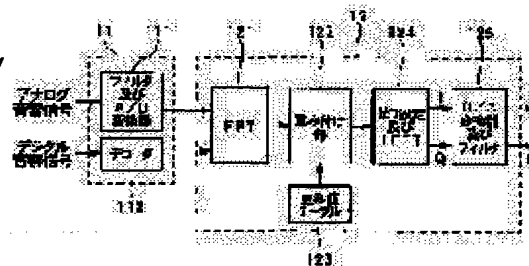
Priority country : SG

(54) METHOD FOR DRIVING ULTRASONIC LOUD SPEAKER AND LOUD SPEAKER SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a new and useful loud speaker system which preprocesses a sound signal, before an ultrasonic carrier is modulated with the sound signal and is supplied to an ultrasonic loud speaker.

SOLUTION: A Fourier transformation portion 121 transforms the sound signal into a signal in a frequency region. A weighting portion 122 multiplies each frequency component with a weighting value. A zero setting and inverse Fourier transformation portion 124 removes either a group of weighted positive frequency components or group of weighted negative frequency components, and returns the signal into a signal in a time region. When an ultrasonic signal is modulated with this preprocessed sound signal, an ultrasonic signal of a single sideband (SSB) can be obtained. Weighting computation can be performed by comparatively simple processing, and its processing load is comparatively light, and a favorable result can be obtained even if the band width 25 of a directive ultrasonic transducer 40 is comparatively narrow.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.01.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

Searching PAJ

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-299180
(P2003-299180A)

(43)公開日 平成15年10月17日(2003.10.17)

(51) Int.Cl.⁷
H 0 4 R 3/00

識別記号
3 1 0
3 3 0

F I
H 0 4 R 3/00

テーマート* (参考)
5D019
5D020

審査請求 未請求 請求項の数15 O.L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2003-74331(P2003-74331)

(22)出願日 平成15年3月18日(2003.3.18)

(31)優先権主張番号 200201561-8

(32)優先日 平成14年3月18日(2002.3.18)

(33)優先権主張国 シンガポール (SG)

(71) 出願人 500563924

ソニー エレクトロニクス (シンガポール) プライベート リミテッド
シンガポール共和国 638481、ツアスロード 1

(74) 代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

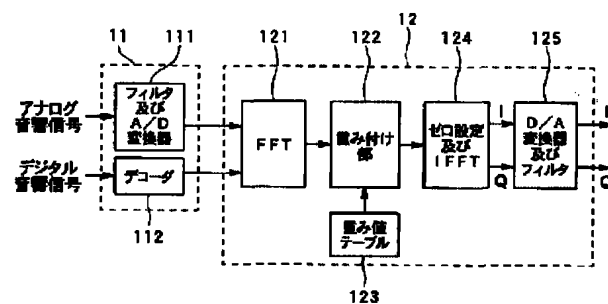
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波ラウドスピーカの駆動の駆動方法及びラウドスピーカシステム

(57) 【要約】

【課題】 超音波キャリアを音響信号で変調して超音波ラウドスピーカに供給する前に、音響信号を前処理する新規で有用なラウドスピーカシステムを提供する。

【解決手段】 フーリエ変換部 1 2 1 は、音響信号を周波数領域の信号に変換する。重み付け部 1 2 2 は、各周波数成分に重み値を乗算する。ゼロ設定及び逆フーリエ変換部 1 2 4 は、重み付けられた正の周波数成分群と負の周波数成分群のいずれか一方を除去するとともに、時間領域の信号に戻す。超音波信号を、この前処理された音響信号によって変調すると、単側波帯 (SSB) の超音波信号を得ることができる。重み付け計算は、比較的簡単な演算処理によって行うことができ、指向性超音波変換器 4 0 の帯域幅 2 5 が比較的狭くても、処理負荷が比較的軽く且つ好ましい結果が得られる。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 音響信号を前処理して前処理音響信号を生成し、該前処理音響信号を使用して超音波信号を変調し、該変調超音波信号を使用してラウドスピーカの変換器を駆動する超音波ラウドスピーカの駆動方法において、

上記音響信号を周波数領域の信号に変換するステップと、

上記変換された信号の異なる周波数成分を、重み値テーブルに記憶されている対応した重み値で重み付けするステップと、

上記重み付けされた周波数成分の正の周波数成分群と負の周波数成分群のいずれか一方を除去するステップと、上記残った周波数成分を周波数領域から時間領域に変換するステップとを有し、

上記音響信号を前処理して上記前処理音響信号を生成することを特徴とする超音波ラウドスピーカの駆動方法。

【請求項2】 上記重み値は、対応する周波数の2乗に反比例して変化することを特徴とする請求項1に記載の超音波ラウドスピーカの駆動方法。

【請求項3】 ω を重み値に対応する周波数とし、 ω_c を定数とし、 $C(\omega + \omega_c)$ を上記ラウドスピーカの変換器の周波数 ω_c における周波数応答の測定値とすると、上記重み値は、 $1/\omega^2 C(\omega + \omega_c)$ に比例することを特徴とする請求項1に記載の超音波ラウドスピーカの駆動方法。

【請求項4】 上記音響信号はデジタル信号であり、上記前処理はデジタル処理であり、アナログ信号を含む入力信号から上記音響信号を生成するステップをさらに有する請求項1乃至3のいずれか1項に記載の超音波ラウドスピーカの駆動方法。

【請求項5】 上記入力信号は、デジタル信号をさらに含むことを特徴とする請求項4に記載の超音波ラウドスピーカの駆動方法。

【請求項6】 上記前処理は、上記前処理されたデジタル信号をアナログ信号に変換するステップを有し、上記アナログ信号は、上記変調に使用される前にフィルタリングされること特徴とする請求項4又は5に記載の超音波ラウドスピーカの駆動方法。

【請求項7】 上記超音波ラウドスピーカから放出される超音波ビームは、指向性ビームであることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の超音波ラウドスピーカの駆動方法。

【請求項8】 ラウドスピーカに使用する前処理装置において、

音響信号を周波数領域の信号に変換する第1の変換手段と、

上記第1の変換手段で変換された信号の異なる周波数成分を、重み値テーブルに記憶されている対応した重み値で重み付けする重み付け手段と、

2

上記重み付けされた周波数成分の正の周波数成分群と負の周波数成分群のいずれか一方を除去する除去手段と、上記残った周波数成分を周波数領域から時間領域に変換して、超音波を変調するための前処理信号を生成する第2の変換手段とを備える前処理装置。

【請求項9】 上記重み値テーブルの重み値は、対応する周波数の2乗に反比例して変化することを特徴とする請求項8に記載の前処理装置。

【請求項10】 ω を重み値に対応する周波数とし、 ω_c を定数とし、 $C(\omega + \omega_c)$ を上記ラウドスピーカの周波数 ω_c における周波数応答の測定値とすると、上記重み値は、 $1/\omega^2 C(\omega + \omega_c)$ に比例することを特徴とする請求項8に記載の前処理装置。

【請求項11】 入力信号が供給され、該入力信号のアナログ成分をデジタル信号に変換するアナログ/デジタル変換器を有する入力手段をさらに備える請求項8乃至10のいずれか1項に記載の前処理装置。

【請求項12】 上記入力手段には、さらにデジタル信号が供給されることを特徴とする請求項11に記載の前処理装置。

【請求項13】 デジタル信号の上記前処理信号をアナログ信号に変換するデジタル/アナログ変換器をさらに備え、

上記アナログ信号は、上記変調に使用される前にフィルタリングされること特徴とする請求項11又は12に記載の前処理装置。

【請求項14】 請求項8乃至13のいずれか1項に記載の前処理装置を有するラウドスピーカシステムであって、

上記前処理信号が供給され、該前処理信号を使用して超音波信号を変調し、変調超音波信号を生成する変調器と、

上記変調超音波信号から超音波ビームを生成する超音波変換器とをさらに備えるラウドスピーカシステム。

【請求項15】 上記超音波変換器は指向性ビームを生成することを特徴とする請求項14のラウドスピーカシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、信号を、ラウドスピーカの変換器に供給する前に、前処理する超音波ラウドスピーカの駆動方法、前処理装置及びラウドスピーカシステムに関する。特に、本発明は、音響周波数帯域の信号(audio-frequency signal)によって変調された超音波振動(ultrasonic vibration)の指向性ビームを生成する指向性超音波ラウドスピーカに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来のラウドスピーカにより生成される音響信号は、通常、略全方向に放出される。すなわち、ラウドスピーカによる振動は、狭い角度範囲の方向のみ

(3)

3

には出力されない。中間及び低周波数帯の音波を、高い指向性を持って出力するには、ラウドスピーカアレイの個々のラウドスピーカを複雑に配置してのみ実現可能である。

【0003】ところで、強力な変調超音波信号を空中に送出した場合（例えば、参考文献[3] Masahide Yoneyama etc. “The Audio Spotlight: An Application of Nonlinear Interaction of Sound Wave to a New Type of Loudspeaker Design” J. Acoust. Soc. AM. 73(5), May 1983. [4] F. Joseph Pompei “The Use of Airborne Ultrasonic for Generating Audible Sound Beams” J. Audio Eng. Soc., Vol. 47, No. 9, 1999, September. [5] Mark F. Hamilton “Nonlinear Effects in Sound Beams” Handbooks of Acoustics, Edited by Malcolm J. Crocker, Chapter 20, pp221-pp228, John Wiley & Sons Inc., 1998を参照）、空中の非線形性により、変調超音波信号のエンベロープが自動的に復調され得る*

$$p_1(t) = P_1 E(t) \sin(\omega_c t) \quad (1)$$

【0006】

※ ※【数1】

$$p_2(t) = \frac{\beta P_1^2 A}{16 \rho_0 c_0^4 \alpha} \frac{\partial^2}{\partial t^2} E^2(t) \quad (2)$$

【0007】ここで、 P_1 は一次波の音源音圧（ピーク値）であり、 $E(t)$ は変調信号のエンベロープであり、 ω_c はキャリア周波数であり、 β は空気非線形係数であり、 ρ_0 は空気密度であり、 c_0 は小信号波動伝搬速度であり、 A はビームの断面積であり、 z は軸距離であ★

$$E(t) = 1 + m f(t)$$

ここで、 m はAMの変調度を表す。前処理の主な機能は、 $E(t)$ における式(2)の非線形作用を軽減する、すなわち変調前に $f(t)$ を前処理することにより、二次波の出力を $f(t)$ に直接比例させることである。これは、☆

$$E'(t) = [1 + \int \int f(\tau) d\tau^2]^{1/2} \quad (4)$$

この一見簡単な前処理は、実施することが非常に困難である。主な難点は、平方根の演算にある。平方根の演算は、非線形演算であるので、信号の帯域幅を大きく増加させる。信号の帯域幅が広いと、回路の帯域幅、特に超音波変換器に非常に厳しい条件を強いることとなる。広帯域幅とパワーの高効率化を同時に備えた超音波変換器を製作するのは非常に困難である。また、2重積分の演算も、アナログ積分が容易に飽和することから、実施することが難しい。

【0010】式(4)を直接使用することを回避し、同時に式(2)の2乗演算による、異なった周波数成分同士の非線形の干渉を減少させるためには、例えば参考文献[3] Masahide Yoneyama etc. “The Audio Spotlight: An Application of Nonlinear Interaction of Sound Wave to a New Type of Loudspeaker Design” J. Acoust. Soc. AM. 73(5), May 1983では、小さな変調度 m を使用することを推奨しているものの、変調度 m を小さくすると、再生される音響信号の出力が減少し、システム

4

*ことは広く知られている。また、超音波は容易に細いビームとして集中させることができることから、変調超音波信号の再生を、この細いビーム内に限定させることができる。変調信号が音響信号である場合、細い音響ビームが形成される。これが指向性ラウドスピーカの基本メカニズムである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】現実的には、復調信号は、振幅変調信号（以下、AM信号という。）のエンベロープに直接的には比例していない。Berklayにより示された音響学の非線形理論に基づく所定の簡素化された仮説を用いると、AM信号においては、圧力 $p_1(t)$ の一次波が送出された場合、空中で変調された後に、圧力 $p_2(t)$ の二次波が生成されることが証明されている。圧力 $p_1(t)$ 及び $p_2(t)$ は、下記式(1)、(2)のように表現される。

【0005】

★り、 α は（周波数 ω_c の場合の）音波の吸収係数であり、 $\tau = t - z/c_0$ は遅れ時間である。変調信号のエンベロープ $E(t)$ と音響信号 $f(t)$ との関係は、式(3)で表される。

【0008】

(3)

☆ $E(t)$ を修正した下記 $E'(t)$ を生成することにより、実現することができる。

【0009】

全体としての出力の効率を減少させる。例えば、参考文献[4] F. Joseph Pompei “The Use of Airborne Ultrasonic for Generating Audible Sound Beams” J. Audio Eng. Soc., Vol. 47, No. 9, 1999, Septemberには、式(4)に忠実に従うことが推奨されているが、これでは上述した問題が現われる。この妥協案としては、参考文献[7] Tomoo Kamakura, Tasahide Yoneyama and Kazuo Ikegaya “Studies for the Realization of Parametric Loudspeaker” J. Acoust. Soc. Japan, No. 6 Vol. 41, 1985に記載されている、変調信号として、平方根を伴わない単側波帯（以下、SSBという。）信号を使用する方法もある。この方法は、式(4)に比べて、必要な周波数帯域を大幅に減少させ、直接両側波帯（以下、DSBという。）信号、すなわち式(3)に比べて、内部自己干渉を減少させる効果があるものの、音質を低下させるという難点を有する。

【0011】SSB信号を平方根を伴う理想的なエンベロープに近づけるためには、前処理をして音質を改善さ

50

(4)

5

せることが可能であるが、前処理は処理費用の増大を伴う。

【0012】そこで、本発明は、上述した実情に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、超音波キャリアに変調をかけてラウドスピーカの超音波変換器に供給する前に、音響信号を前処理する新規且つ有用な超音波ラウドスピーカの駆動方法、前処理装置及びラウドスピーカシステムを提供するものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、所定の重み付け係数により各周波数成分を重み付けすることで音響信号を周波数領域で処理することを提案する。さらに、本発明では、音響信号が時間領域の信号に再変換（戻される）される前に、正の周波数成分群あるいは負の周波数成分群が除去されることにより、超音波信号が前処理された音響信号によって変調されたときには、単側波帯（以下、SSBという。）の超音波信号を得ることができる。

【0014】ここで提案される重み付け計算は、比較的簡単な処理操作にて実行可能であり、これにより、本発明の実施に当たって要求される処理は少なく済む。以下に説明するように、この重み付け計算は、コンピュータの演算負荷が少なく、広帯域の変換器を必要とする変調超音波信号を生成することなく、実用的で、正確且つ安定した前処理を提供するのに十分である。

【0015】上述の課題を解決するために、本発明に係る超音波ラウドスピーカの駆動方法は、音響信号を前処理して前処理音響信号を生成し、前処理音響信号を使用して超音波信号を変調し、変調超音波信号を使用してラウドスピーカの変換器を駆動する方法であって、音響信号を周波数領域の信号に変換するステップと、変換された信号の異なる周波数成分を、重み値テーブルに記憶されている対応した重み値で重み付けするステップと、重み付けされた周波数成分の正の周波数成分群と負の周波数成分群のいずれか一方を除去するステップと、残った周波数成分を周波数領域から時間領域に変換するステップとを有し、音響信号を前処理して前処理音響信号を生成する。

【0016】なお、この超音波ラウドスピーカの駆動方法では、周波数成分に重み付けするステップと、正又は負の周波数成分群を除去するステップとの順序付けを意味するものではなく、これらの2ステップは、任意の順序で実行してもよく、あるいは同時に実行してもよい。

【0017】本発明に係る前処理装置は、ラウドスピーカに使用されるものであり、音響信号を周波数領域の信号に変換する第1の変換手段と、第1の変換手段で変換された信号の異なる周波数成分を、重み値テーブルに記憶されている対応した重み値で重み付けする重み付け手段と、重み付けされた周波数成分の正の周波数成分群と負の周波数成分群のいずれか一方を除去する除去手段

6

と、残った周波数成分を周波数領域から時間領域に変換して、超音波を変調するための前処理信号を生成する第2の変換手段とを備える。

【0018】重み付け計算の第1の具体例としては、適切なAM変調度を有する単側波帯信号を使用することによって、式(4)の平方根の演算を回避することができる。この場合、周波数領域において、式(4)の2重積分は、周波数成分を対応する周波数の2乗に比例した因数で割る割り算として表現することができる。

【0019】重み付け計算の第2の具体例としては、周波数成分は、ラウドスピーカの超音波変換器の周波数依存性を補正することができる、それぞれに対応した数値によって重み付けを行うことができる。

【0020】これらの2つの重み付け計算は、一見論理的に独立しているものの、各周波数成分が $1/\omega^2 C$ ($\omega + \omega_c$) に比例した重み付け値にて重み付け計算されるよう、これらを組み合わせて使用することが好ましい。なお、 ω は周波数であり、 $C(\omega + \omega_c)$ は、ラウドスピーカの基本共振周波数 ω_c より上の周波数 ω における変換器の周波数応答の測定値である。

【0021】前処理は、デジタルで行うことが好ましいが、前処理装置は、アナログ信号及び／又はデジタル信号の如何なる組合せの信号でも入力できることが好ましい。前処理装置の入力手段は、入力信号に含まれる如何なるアナログ信号をデジタル信号に変換するアナログ／デジタル変換器を備える。同様に、前処理装置は、変調に使用するアナログ信号を生成するためのデジタル／アナログ変換器を備えることが好ましい。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る超音波ラウドスピーカの駆動方法、前処理装置及びラウドスピーカシステムについて、図面を参照して説明する。図1は、本発明を適用したラウドスピーカシステムの一具体的な構成を示すブロック図である。このラウドスピーカシステムは、図1に示すように、入力される少なくとも1つの音響信号(audio signal)を前処理する前処理装置10と、発振器30で生成された超音波キャリアを前処理された音響信号によって、例えば式(1)によって振幅変調する変調器20と、例えば超音波ラウドスピーカからなる指向性超音波変換器40とを備える。なお、前処理装置10は、アナログ音響信号及びデジタル音響信号のいずれか又は両方が入力可能であることが好ましい。

【0023】図2は、前処理装置10の一具体的な構成を示すブロック図である。前処理装置10は、図2に示すように、入力部11と、前処理部12とを備える。入力部11は、入力アナログ音響信号をデジタル音響信号に変換するフィルタ及びアナログ／デジタル変換器（以下、フィルタ及びA/D変換器という。）111と、例えばコンパクトディスク又はMP3等からのデジタル音響信号をデコードするデコーダ112とを備える。フィ

(5)

7

ルタ及びA/D変換器111は、入力されるアナログ音響信号をフィルタリングした後、デジタル音響信号に変換し、前処理部に供給する。一方、前処理部112は、例えばコンパクトディスクプレーヤから入力されるデジタル音響信号、あるいは所謂MP3形式で配信される圧縮されたデジタル音響信号をデコードし、得られるデジタル音響信号を前処理部112に供給する。したがって、入力信号がいずれの場合であっても、入力部11から前処理部12に供給される信号は、デジタル音響信号である。

【0024】前処理部12は、図2に示すように、入力部11から供給されるデジタル音響信号を周波数領域の信号に変換するフーリエ変換部121と、周波数領域の信号を重み付けする重み付け部122と、重み付けされた周波数成分の正の周波数成分群と負の周波数成分群のいずれか一方を除去するとともに、時間領域の信号に変換するゼロ設定及び逆フーリエ変換部124と、時間領域の信号をアナログ信号に変換するとともに、フィルタリングするデジタル/アナログ変換器及びフィルタ（以下、D/A変換器及びフィルタという。）125とを備える。フーリエ変換部121は、例えば高速フーリエ変換器からなり（以下、FFT部121という。）、時間領域のデジタル音響信号 $f(t)$ を周波数領域の信号 $F(\omega)$ に変換する。

【0025】重み付け部122は、FFT変換部121から供給される各周波数成分に、重み値テーブル123に記憶されている、それぞれに対応する異なった重み値をかける。ここで、この重み値テーブル123の重み値の設定を、図3及び図4を参照しながら説明する。重み値テーブル123は、例えばROM又はRAMからなり、メモリ内には、予め算出された重み値が記憶されていることが好ましい。

【0026】図3は、例えば超音波ラウドスピーカから*

$$G(\omega) = \frac{1}{\omega^2 C(\omega + \omega_c)} R(\omega)$$

8

*なる指向性超音波変換器40の周波数関数としてのゲイン特性を示すグラフである。このゲイン特性は、図3に示すように、周波数通過帯域25を有し、帯域の中心周波数が、通常は略共振周波数 ω_c である。この周波数通過帯域25の中心周波数は、発振器30で生成された超音波の周波数であることが好ましい。

【0027】図4は、重み値の選択方法を示す図である。破線35は、重み値テーブル123に予め記憶されている重み値を示しており、この重み値は、重み付け部122において、式(4)の平方根を求める前の2重積分を実行するために使用される。殆どの場合、破線35で示される重み値は、約-12dB/オクターブとなる。

【0028】なお、重み値テーブル123に実際に記憶され、重み付け部122において使用される重み値は、 $1/\omega^2 C(\omega + \omega_c)$ であるように選択されることがより好ましい。ここで、 $C(\omega + \omega_c)$ は、図3に示すように、指向性超音波変換器40の周波数 $\omega + \omega_c$ における周波数応答の測定値である。この重み値は、指向性超音波変換器40、すなわち超音波ラウドスピーカの周波数通過帯域25の外側の周波数においてはゼロであってもよく、以下に説明するように、ゼロ設定及び逆フーリエ変換部124によって除去される全ての周波数においてゼロであることが好ましい。なお、重み値は、その他の周波数 $C(\omega + \omega_c)$ においては、図3に示す変換器ゲインに応じて変化させてもよい、例えば同等であってもよい。したがって、重み付け部122は、2重積分を実行するのみならず、指向性超音波変換器40の周波数ゲインの変動を補正するための作用もある。

【0029】したがって、重み付け部122の出力 $G(\omega)$ は、下記式(5)で表される。

【0030】

【数2】

(5)

【0031】重み付け部122の出力は、ゼロ設定及び逆フーリエ変換部124に供給され、ゼロ設定及び逆フーリエ変換部124は、 $G(\omega)$ の負の周波数成分あるいは正の周波数成分のいずれか一方を抑圧して、所望のベースバンドを生成し、その側波帯を逆フーリエ変換、好ましくは高速逆フーリエ変換（以下、IFFTとい

※う。）して、時間領域の信号に変換する。例えば、 $G(\omega)$ の負の周波数成分を $G(\omega_-)$ と表現し、 $G(\omega_-)$ をIFFT変換して得られる複素信号 $g(t)$ は、式(6)で表される。

【0032】

$$g(t) = g_I(t) + j g_Q(t) = \text{IFFT}(G(\omega_-)) \quad (6)$$

ここで、 $g_I(t)$ 、 $g_Q(t)$ は、ベースバンドSSB信号の実部、虚部であり、図2では、ゼロ設定及び逆フーリエ変換部124の出力I、Qとして示される。

【0033】ゼロ設定及び逆フーリエ変換部124からの複素信号 $g(t)$ は、D/A変換器及びフィルタ125に供給され、D/A変換器及びフィルタ125は、複素信号 $g(t)$ の実部 $g_I(t)$ と虚部 $g_Q(t)$ をアナログ信号に変換するとともに、フィルタリングし、前処理装置

10の2つの対応する出力として、変調器20に供給する。

【0034】変調器20は、発振器30から供給される超音波キャリア、及びそれに対して位相が90度シフトした超音波キャリアを、複素信号 $g(t)$ の実部 $g_I(t)$ と虚部 $g_Q(t)$ でそれぞれ振幅変調するとともに、片方の側波帯を抑圧して出力する。変調器20から出力される帯域通過されたSSB信号 $h(t)$ は、式(7)で表され

(6)

9

る。

* * 【0035】

10

$$h(t) = (1 + mg_I(t)) \cos(\omega_c t) + (1 + mg_Q(t)) \sin(\omega_c t) \quad (7)$$

このSSB信号 $h(t)$ は、出力増幅器（図示せず）で増幅された後、指向性超音波変換器40を駆動するために使用される。指向性超音波変換器40は、例えば超音波ラウドスピーカからなり、振幅変調された超音波を狭い角度の方向に放出する。

【0036】図5（A）は、音響信号が単一の音響信号 ω_0 のみを含む場合に式（4）から得られる理想的な平方根DSB変調信号（square-rooted DSB modulation signal）のスペクトルを示す図である。この平方根DSB変調信号のスペクトルの帯域幅は、キャリア周波数の上下において ω_0 の整数倍の間隔で各成分が存在する広い帯域幅である。

【0037】図5（B）は、本発明を適用した場合の信号のスペクトルを示す図である。このスペクトルでは、キャリアに加え、単一の周波数成分 $\omega_c - \omega_0$ （あるいは $\omega_c + \omega_0$ ）のみが存在する。

【0038】上側波帯及び下側波帯の異なる周波数成分同士の自己干渉が除去されているため、結果として出力される音響信号は、従来のDSB信号（式（3））よりも高いフィデリティ（忠実性）を有する。残っている側波帯内での異なる周波数成分の自己干渉がまだ残っているため、本発明を適用して得られる信号は、理想的な平方根DSB変調信号よりは忠実性が劣ることは事実であるものの、理想的な平方根DSB変調信号は、図5（A）に示すように、無限の帯域幅を要するため、実際に実現するのは不可能である。以上の説明でも明らかなように、本発明を適用したラウドスピーカシステムは、システムの複雑性と音質忠実性とに対し、上述した従来のシステム又は方法よりも、より良い妥協案を提供するものである。

【0039】なお、上述の説明では、本発明を一実施の形態のみによって説明したが、本発明は、本発明の要旨を逸脱することなく、特定用途に応じて種々の変形変更が可能であることは、当業者に明らかである。

【0040】例えば、最終的な音声出力の忠実性をさらに改善するために、本発明の実施の形態を、周波数／時間領域で更なる信号処理を含むように変更することができる。例えば、これらの信号処理は、周波数領域にて適宜行うことができる。

【0041】さらに、本発明を、信号処理を行う「部」として説明したが、これらの部は、物理的に離れている必要はなく、例えば物理的に離れている任意の数の信号処理部によって実行されるソフトウェアの一部として実現してもよい。

【0042】

【発明の効果】本発明では、超音波キャリアを音響信号で変調して、ラウドスピーカの超音波変換器に供給する

前に、音響信号を前処理することにより、従来のシステムに比して、システム構成を簡単にすることができるとともに、音質忠実性を向上させることができる。

【0043】また、本発明における重み付けの計算は、比較的簡単な処理で実行することができ、これにより、本発明の実施に当たって要求される処理は少なくて済む。さらに、上述したように、この重み付け計算は、コンピュータ演算負荷が低く、広帯域の変換器を必要とする変調超音波信号を生成することなく、実用的で、正確且つ安定した前処理を行うことができる。

【0044】（参考文献）[1] Tsuneo Tanaka, Mikio Iwasa, Youichi Kimura and Akira Nakamura. "Directional Loudspeaker System" U. S. Patent No. 4,823,908, 1989.

[2] Hans-Joachim Raida and Oskar Bschorr. "Directed Radiator with Modulated Ultrasonic Sound" U. S. Patent No. 6,016,351, 2000.

[3] Masahide Yoneyama etc. "The Audio Spotlight: An Application of Nonlinear Interaction of Sound Wave to a New Type of Loudspeaker Design" J. Acoust. Soc. AM. 73(5), May 1983.

[4] F. Joseph Pompei "The Use of Airborne Ultrasonic for Generating Audible Sound Beams" J. Audio Eng. Soc., Vol. 47, No. 9, 1999, September.

[5] Mark F. Hamilton "Nonlinear Effects in Sound Beams" Handbooks of Acoustics, Edited by Malcolm J. Crocker, Chapter 20, pp221-pp228, John Wiley & Sons Inc., 1998.

[6] Elwood G. Norris and James J. Croft III, "Method and Device for Developing A Virtual Speaker Distant from the Source" U. S. Patent No. 6,229,889, 2001.

[7] Tomoo Kawamura, Tasahide Yoneyama and Kazuo Ikegaya "Studies for the Realization of Parametric Loudspeaker" J. Acoust. Soc. Japan, No. 6Vol. 41, 1985.

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用したラウドスピーカシステムの具体的な構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示す前処理装置の具体的な構成を示すブロック図である。

【図3】図1に示す指向性超音波変換器の周波数応答特性の一例を示すグラフである。

【図4】重み値の選択方法を示す図である。

【図5】理想的な平方根DSB変調信号のスペクトルと、本発明を適用したラウドスピーカシステムで再生される信号のスペクトルを示す図である。

(7)

11

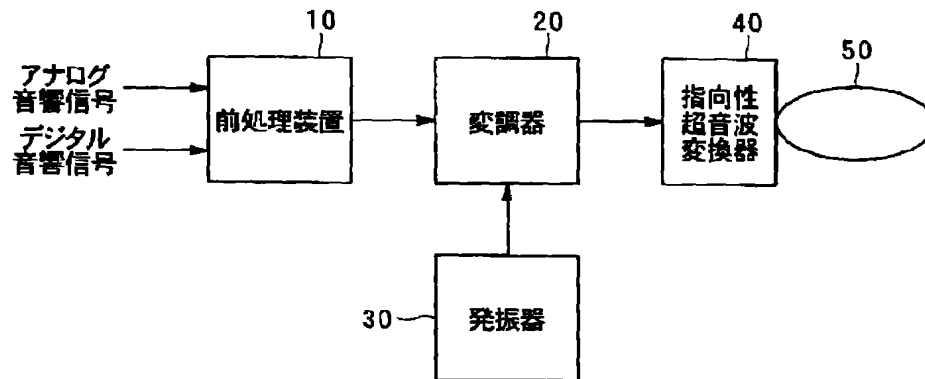
12

【符号の説明】

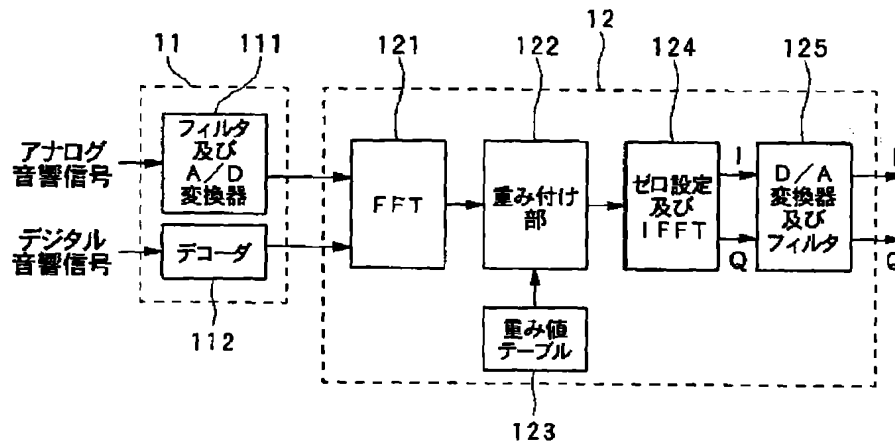
10 前処理装置、11 入力部、111 フィルタ及びA/D変換器、112デコーダ、12 前処理部、1

21 フーリエ変換部、122 重み付け部、123 重み値テーブル、124 ゼロ設定及び逆フーリエ変換部、125 D/A変換器及びフィルタ

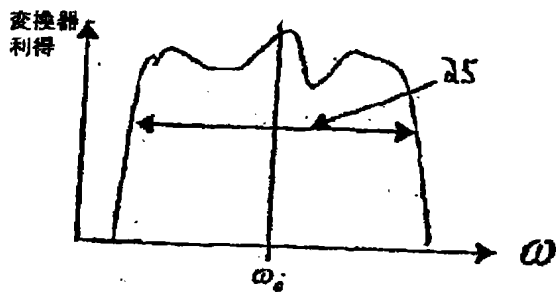
【図1】



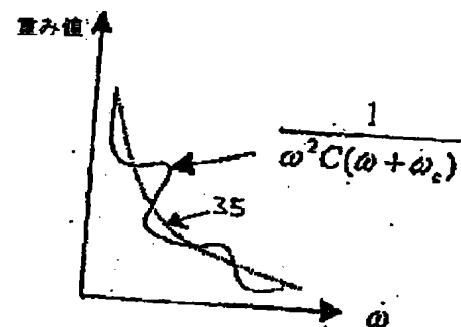
【図2】



【図3】

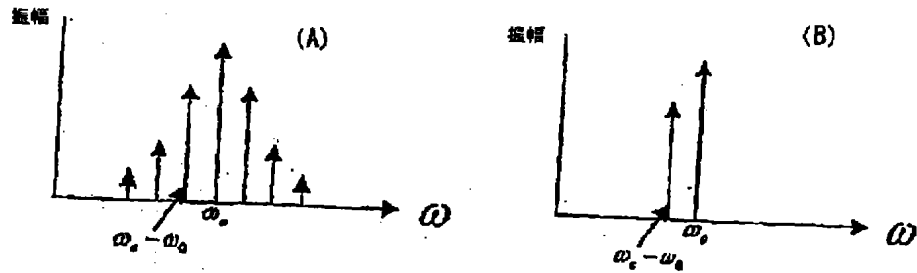


【図4】



(8)

【図5】



フロントページの続き

(72) 発明者 サン シャオピング
シンガポール共和国 117684 シンガポールサイエンスパーク I I ジ・アルファ
#03-08 サイエンスパークロード 10
ソニー エレクトロニクス (シンガポール) プライベート リミテッド シンガポール リサーチラボラトリー内

(72) 発明者 マ ユガング
シンガポール共和国 117684 シンガポールサイエンスパーク I I ジ・アルファ
#03-08 サイエンスパークロード 10
ソニー エレクトロニクス (シンガポール) プライベート リミテッド シンガポール リサーチラボラトリー内

(72) 発明者 岡田 勘三
シンガポール共和国 117684 シンガポールサイエンスパーク I I ジ・アルファ
#03-08 サイエンスパークロード 10
ソニー エレクトロニクス (シンガポール) プライベート リミテッド シンガポール リサーチラボラトリー内

(72) 発明者 トン コック レン
シンガポール共和国 117684 シンガポールサイエンスパーク I I ジ・アルファ
#03-08 サイエンスパークロード 10
ソニー エレクトロニクス (シンガポール) プライベート リミテッド シンガポール リサーチラボラトリー内

F ターム (参考) 5D019 AA07 FF01
5D020 AC11